

常温硬化型 UFC 現場打設による護岸構造物リニューアルの構造計画

(株)大林組 正会員 ○濱地 克也 正会員 武田 篤史
正会員 上原 康之 正会員 足立 匡徳

1. はじめに

海岸構造物は、塩害に対する耐久性の向上が必要不可欠である。特に、かぶりの増加による対策が困難となる薄肉の構造物では、無筋でかつ材料自体の耐久性が高い超高強度繊維補強コンクリート (Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete, 以下 UFC) の使用が適している。一方、リニューアル工事は制約条件が多いため、UFC を現場打設とした方が、利点が大きくなる。本稿は常温硬化型 UFC を用いて、塩害劣化を受けた護岸構造物をリニューアルした事例の内、構造計画について報告する。

2. 既設護岸の構造

既設護岸の構造は、図-1 に示すように、高さ 6m の暴風壁と長さ 1.5m の波返しを有する直接基礎構造である。この海に面する波返し下面と壁部分が、写真-1 に示すように塩害を受け、コンクリートが剥離し、鉄筋も錆びた状態となっていた。コア採取による塩化物イオン量の測定より、かぶりのみの再構築ではコンクリート中に残される塩化物量が多いため、鉄筋が再び発錆すると想定された。

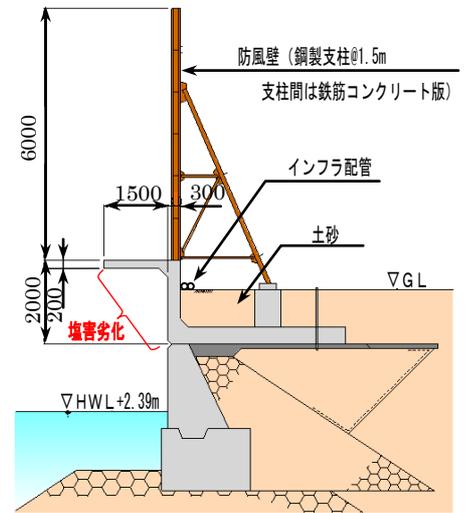


図-1 既設護岸の断面図



写真-1 既設護岸の塩害状況

3. 常温硬化型 UFC の特性

常温硬化型 UFC は、常温養生で UFC 指針 (案) ¹⁾ に示される標準材料と同等の強度性状、耐久性および施工性に関する諸物性を有し、UFC 指針に準拠して設計が可能なセメント系複合材料であり、土木学会から技術評価 ²⁾ を受けているものである。その特性を表-1 に示す。常温硬化型 UFC は、緻密な組織を形成するため、通常のコングリートに比べて非常に高い耐久性を有している。具体的には、設計耐用年数を 100 年とした場合、かぶり 20mm を満たしていれば、塩化物イオンの侵入に伴うコンクリート中の鋼材の腐食に関する照査は行わなくてよいとされている。

表-1 常温硬化型 UFC の特性値

試験項目	特性値
圧縮強度	180N/mm ²
ひび割れ発生強度	8.0 N/mm ²
引張強度	8.8 N/mm ²
ヤング係数	4.6×10 ⁴ N/mm ²
ポアソン比	0.2
熱膨張係数	10.7×10 ⁻⁶ /°C
クリープ係数	0.7

4. 構造物の要求性能

既設構造物の塩害劣化部分のリニューアル工事は、護岸延長 265m に対して、次のような要求性能が求められた。①50 年の延命を目標として、20 年間はメンテナンスを最小限とする。②護岸のリニューアル完了後も、防風壁はそのまま利用する。ここで、要求性能①の耐久性を確保するためには、かぶりの増加、高強度コンクリートの使用、エポキシ樹脂塗装鉄筋の利用などがあるが、かぶりの増加による自重の増加やエポキシ樹脂塗装鉄筋による施工の不確実性を考慮し、100 年以上の耐久性があるとされる UFC を使用し、既設底版との取合いにはエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用することとした。また、要求性能②の暴風壁を存置利用するために、暴風壁の大がかりな仮固定設備が必要となるプレキャスト工法とせず現場打設とすることとした。それに伴い、材料は現場打設可能な常温硬化型 UFC を使用することとし、施工に配慮した構造計画および構造設計を行った。

キーワード 護岸, 岸壁, 老朽化, リニューアル, 常温硬化型, 現場打設, 超高強度繊維補強コンクリート

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 本社 土木本部 設計第三部 TEL 03-5769-1314

5. 施工に配慮した構造計画

プレキャスト工法によれば、①防風壁の撤去復旧 ②インフラ設備の撤去復旧 ③護岸上の土砂の撤去復旧など対象箇所を補修する以外に、多くの工事が発生する。工費を縮減するためには、これら①～③の数量を極力少なくする必要があった。そこで、現場打設できる常温硬化型 UFC の特長をふまえ、図-2 に示すように、既設壁部の陸側一部を型枠利用する計画とした。これにより、以下の施工的優位性が生まれた。

- ① 防風壁は、鋼製支柱の間に鉄筋コンクリート版が挿入された構造となっている。この鉄筋コンクリート版は、既設壁の残置部で仮支持可能である。よって、常温硬化型 UFC 打設時に、支柱部のみを仮支持すればよいこととなり、仮支持部材の数量が少なくなった。
- ② 護岸背面のインフラ設備や護岸上の土砂の撤去復旧を行う必要がなくなった。
- ③ 既設壁の一部を、型枠利用することにより、型枠数量が少なくなった。

これら現場打設できる UFC の優位性を生かして、既設護岸の一部を有効に利用し、耐久性が高い構造とすることができた。

6. 護岸の構造設計

通常の鉄筋コンクリート部材では、断面内に発生する引張力は鉄筋が負担する。しかし、常温硬化型 UFC は引張強度も高いため、無筋構造でも断面に発生する引張力を負担することができる。常温硬化型 UFC の許容応力度は特に定められたものはないが、今回の設計は許容応力度法によることとし、自重+上乗荷重を常時、自重+風荷重を異常時として考慮した。UFC の許容応力度は、ひび割れ発生強度の 1/3 を常時の許容応力度、その 1.5 倍を異常時の許容応力度とした。リニューアル護岸の荷重条件は、自重以外に以下の荷重を考慮した。

・常時荷重:波返しの上乗荷重 5.0 kN/m^2 ・異常時荷重:水平方向風荷重 2.5 kN/m^2 鉛直方向風荷重 3.5 kN/m^2 。

これらの荷重に対して、図-2 に示すように、常温硬化型 UFC のみの無筋構造として、波返し部のつけ根厚さは 120 mm 、壁部の厚さは 150 mm とした。壁部と底版部は、エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いてあと施工アンカーにより連結する構造とした。

7. まとめ

本構造計画に基づき、護岸延長 265 m に対して 15 回の常温硬化型 UFC の現場打設を行なった。写真-2 に仕上がり状況を示す。施工についても検証を行い、良好な結果が得られている³⁾。

UFC は、その優れた強度特性や耐久性にもかかわらず、工場製作に限るという制約と高価であることから、使用範囲が拡大しているとは言い難い。これに対し、本事例は、常温硬化型 UFC を用いることで工場製作の制約を取り払った。また、薄肉部材に適用することで、優れた強度特性や耐久性という UFC の特長を最大限に活かしている。本稿が、今後、UFC を用いた構造計画、設計および施工の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1)土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），コンクリートライブラリー113，土木学会，2004.10。
- 2)土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート」に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリーNo.10，2012.3。
- 3)石関 他：護岸構造物リニューアルにおける常温硬化型超高強度繊維補強コンクリートの施工，第69回年次学術講演会，土木学会，2014.9。

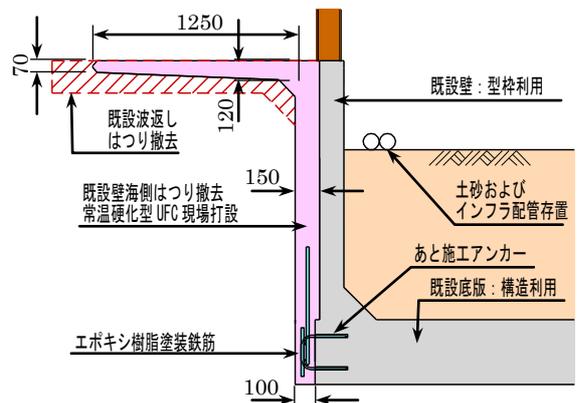


図-2 リニューアル護岸の断面図



写真-2 常温硬化型 UFC 施工完了状況